

# Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Ufficio G2

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

Invenzione Industriale

N. MI2002 A 001793



Si dichiara che l'unità copia è conforme ai documenti originali depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati risultano dall'acciuso processo verbale di deposito.

25 GIU. 2003

Roma, il .....

IL DIRIGENTE

Dr.ssa Maria Roberta Paci

PATENT  
2502-1030

**IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: Stefano LANDI et al.  
Conf.:

Appl. No.:

Group:

Filed: July 9, 2003

Examiner:

Title: IMPROVED FEED AND CONTROL SYSTEM FOR AN  
INTERNAL COMBUSTION ENGINE FED WITH TWO  
DIFFERENT FUELS

**CLAIM TO PRIORITY**

Assistant Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

July 9, 2003

Sir:

Applicant(s) herewith claim(s) the benefit of the priority filing date of the following application(s) for the above-entitled U.S. application under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
ITALY	MI2002 A 001793	August 6, 2002

Certified copy(ies) of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

Respectfully submitted,

YOUNG & THOMPSON

*Benoit Castel*

---

Benoit Castel, Reg. No. 35,041

745 South 23<sup>rd</sup> Street  
Arlington, VA 22202

Telephone (703) 521-2297

BC/ia

Attachment(s): 1 Certified Copy(ies)

A27134/ac

## AL MINISTERO DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

## A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione LANDI RENZO S.P.A.Residenza Corte Tegge Cavriago (RE)codice 00524800362) Denominazione Residenza codice 

## B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome Ripamonti Enrico ed altricod. fiscale denominazione studio di appartenenza Ing. A. Giambrocono & C. S.r.l.via Rosolino Pilon. 19/A/Bcittà Milanocap 20129 (prov) MILC. DOMICILIO ELETTIVO destinatario via n. 1111città cap 1111 (prov) 

## D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/scl) 1111gruppo/sottogruppo 1111/1111SISTEMA DI ALIMENTAZIONE E CONTROLLO PERFEZIONATO DI UN MOTORE A  
COMBUSTIONE INTERNA ALIMENTATO DA DUE DIVERSI COMBUSTIBILIANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI NO SE ISTANZA: DATA 11/11/11 N° PROTOCOLLO 111111

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1) LANDI STEFANO

3)

2) TOGNINELLI MAURIZIO

4)

## F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato  
S/RSCIOLGIMENTO RISERVE  
Data N° Protocollo1) 11/11/112) 11/11/11G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICRORGANISMI, denominazione MARCA DA BOLEO

## H. ANNOTAZIONI SPECIALI



16.3.2002

## DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) 12 PROV n. pag. 145 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare) ....

SCIOLGIMENTO RISERVE

Data N° Protocollo

11/11/11Doc. 2) 12 PROV n. tav. 105 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare) ....11/11/11Doc. 3) 10 RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale ....11/11/11Doc. 4) 1 RIS designazione inventore ....11/11/11Doc. 5) 1 RIS documenti di priorità con traduzione in italiano ....11/11/11Doc. 6) 1 RIS autorizzazione o atto di cessione ....11/11/11Doc. 7) 1 nominativo completo del richiedente ....11/11/11

confronta singole priorità

11/11/118) attestati di versamento, totale Euro Euro 291,80=

DR. ING. ENRICO RIPAMONTI

N° 476 ALBO MANDATARI ABILITATI

obbligatorio

COMPILATO IL 10/08/2002FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE(I) Enrico RipamontiCONTINUA SI/NO NO

Per sè e per gli altri

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO SICAMERA DI COMMERCIO IND. ART. E AGR. DI MILANO

MILANO

codice 155

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA MI2002A 001793

Reg. A.

L'anno DUEMILADUE

SEI

AGOSTO

il(i) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata da n. 00 Fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopra riportato.I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE Il rappresentante, pur informato del contenuto della circo-  
lare n. 423 del 01.03.01 effettua il deposito con riserva di lettera d'incarico

IL DEPOSITANTE

timbro  
dell'Ufficio

L'UFFICIALE ROGANTE

M. CARTONESI

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE

NUMERO DOMANDA MI 2002A 001793

REG. A

DATA DI DEPOSITO 06/08/2002

NUMERO BREVETTO

DATA DI RILASIO 11/11/2002

## A. RICHIENDENTE (I)

Denominazione LANDI RENZO S.P.A.

Residenza Corte Tegge Cavriago (RE)

## D. TITOLO

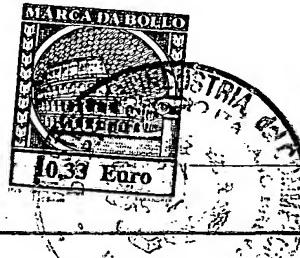
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE E CONTROLLO PERFEZIONATO DI UN MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA  
ALIMENTATO DA DUE DIVERSI COMBUSTIBILI

Classe proposta (sez/cl/scl) 1111

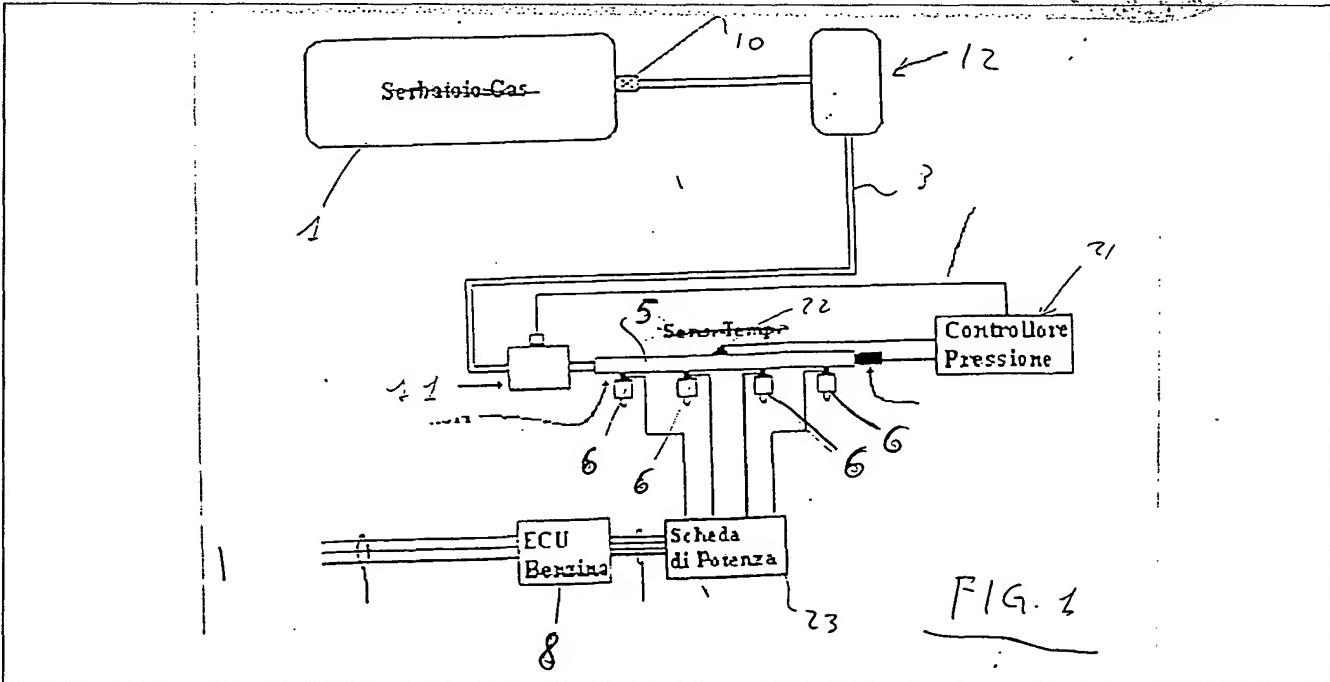
(gruppo/sottogruppo) 111/111

## L. RIASSUNTO

Un sistema di alimentazione e controllo perfezionato di un motore a combustione interna avente la possibilità di essere alternativamente alimentato da due combustibili vale benzina e gas liquido o benzina e metano, detto motore comprendendo una pluralità di primi organi (26) di immissione di un primo combustibile entro corrispondenti camere di scoppio ed una pluralità di secondi (6) organi di immissione del secondo combustibile entro tali camere di scoppio, detti primi organi di immissione (26) essendo comandati e controllati da una unità di controllo (8). Tale unità di controllo (8) comanda e controlla anche la pluralità di detti secondi organi di immissione (6) atti ad inviare il secondo combustibile alle rispettive camere di scoppio, detta unità (8) essendo pertanto l'unica unità di controllo del funzionamento del motore indipendentemente dal suo funzionamento con il primo o con il secondo combustibile.



## M. DISEGNO



MI 2002A 001793



Descrizione di un brevetto d'invenzione a nome:

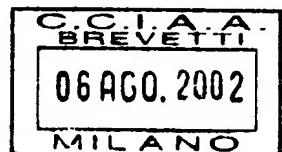
LANDI RENZO S.p.A. - Corte Tegge Cavriago (RE)

\*\*\*\*\*

A27134  
ER/pf

Forma oggetto del presente trovato un sistema di alimentazione e controllo di un motore a combustione interna alimentato da due diversi combustibili, secondo il preambolo della rivendicazione principale.

Sono noti da tempo motori a combustione interna che possono funzionare indifferentemente bruciando un primo combustibile (benzina) o, in alternativa, un secondo combustibile (gas liquido o GPL oppure metano). I suddetti motori sono impiegati nei cosiddetti "veicoli bifuel".



Tali combustibili sono opportunamente alimentati al motore attraverso corrispondenti impianti di alimentazione aventi ciascuno, ad oggi, propri dispositivi di controllo dell'alimentazione e del funzionamento del motore. I combustibili vengono immessi nelle camere di scoppio del motore attraverso organi di immissione o iniettori associati a ciascun impianto di alimentazione e ben separati tra loro. Nel motore sono così individuabili organi di immissione o iniettori per la benzina ed iniettori per il gas.



Come è noto gli attuali sistemi di iniezione ad iniettori multipli (o iniezione multipoint) per il gas per veicoli bifuel si basano su una centralina di controllo del motore che regola i tempi di iniezione per gli iniettori a benzina (ECU benzina) e su una centralina controllo gas che regola i tempi di iniezione per gli iniettori a gas (ECU gas) (ECU= Electronic Control Unit). Questa può lavorare in modo indipendente da quella a benzina (ed in tal caso si ha un impianto che è una replicazione o duplicazione del sistema a benzina) oppure può rielaborare i tempi di iniezione in uscita dalla centralina a benzina (in questo caso si parla di opera da correttore (o da "slave") dei segnali generati da quest'ultima). Nel primo caso la centralina per l'impianto a gas viene a costituire un vero e proprio sistema controllo del motore indipendente da quello a benzina che necessita di vari segnali d'ingresso provenienti dal motore (sonda lambda, temperatura aria, temperatura acqua, giri motore, pressione di collettore, ecc...), mentre nel secondo caso essa non è autonoma, ha generalmente meno ingressi ed il suo compito principale è quello di rielaborare i tempi di iniezione del primo combustibile acquisiti



sui comandi propri degli iniettori benzina. I comandi dell'impianto a benzina, nel funzionamento a gas, sono ridiretti su dei carichi di "emulazione" (reattanze che simulano quelle proprie degli iniettori benzina) in modo tale che la ECU benzina continui a funzionare (eseguendo le sue usuali funzioni quali la gestione dell'accensione, del controllo minimo, della diagnosi, ecc...) come se il motore fosse alimentato ancora a benzina. Comunque sia, nei sistemi tradizionali, in generale i tempi di iniezione del gas, nelle medesime condizioni motore, sono diversi da quelli attuati dalla ECU benzina, con conseguente possibile funzionamento non corretto del motore alimentato a gas. I sistemi tradizionali sono generalmente abbastanza complessi e costosi. In più, anche nei più semplici (e spesso efficienti) sistemi a correttore, la rielaborazione dei tempi di iniezione introduce ritardi e disturbi nella catena di controllo del sistema originale le cui prestazioni quindi vengono modificate in senso peggiorativo.

Con i sistemi di iniezione noti, inoltre, si ha una duplicazione dei cablaggi entro il motore, cosa che rende costoso l'impianto di alimentazione del



secondo combustibile sia per l'uso di tali cablaggi che per il tempo della loro messa in opera.

Scopo del presente trovato è quello di offrire un sistema perfezionato per alimentare alternativamente un motore a combustione interna con due combustibili differenti.

In particolare, scopo del trovato è quello di offrire un sistema del tipo citato che comprenda un numero di componenti inferiore a quello degli analoghi sistemi noti, cosa che comporta una maggior semplicità del suddetto sistema rispetto a quelli già conosciuti.

Un altro scopo è quello di offrire un sistema del tipo citato che sia di utilizzo affidabile e che abbia tempi e costi di impianto ridotti rispetto ai sistemi analoghi già noti.

Un altro scopo è quello di offrire un sistema del tipo citato che permetta una maggiore efficienza nel controllo del motore rispetto ai sistemi noti e che introduca, rispetto a questi ultimi, minori interferenze o disturbi al sistema di controllo del motore operante col primo combustibile.

Questi ed altri scopi che risulteranno evidenti all'esperto del ramo vengono raggiunti da un





sistema di alimentazione e controllo di un motore a combustione interna alimentato da due diversi combustibili, secondo le analoghe rivendicazioni allegate.

Per una maggior comprensione del presente trovato si allega a titolo puramente esemplificativo, ma non limitativo, il seguente disegno, in cui:

la figura 1 mostra uno schema di un sistema secondo il trovato;

la figura 2 mostra uno schema di una parte del sistema di figura 1;

la figura 3 mostra uno schema differente della parte di sistema di figura 2;

la figura 4 mostra un grafico tempo di iniezione ( $T_{inJ}$ )/quantità di combustibile, erogata al motore mostrante gli effetti del sistema di figura 1 nell'alimentazione a gas di un motore a combustione interna. Nella figura  $Q_b$  rappresenta la quantità di benzina e  $Q_e$  la quantità di gas erogata al motore (in grammi);

la figura 5 mostra una sezione di una parte del sistema di figura 1;

la figura 6 mostra uno schema a blocchi rappresentativo di una diversa parte strutturale



(hardware) del sistema di figura 1;

la figura 7 mostra, con un schema a blocchi, i moduli del programma (software) implementato in una parte di figura 6;

la figura 8 mostra una "macchina a stati" rappresentante le funzioni implementate da un componente del sistema di figura 1;

---

la figura 9 mostra una macchina a stati rappresentativa di procedure di valutazione eseguite entro il componente di figura 8;

la figura 10 mostra uno schema a blocchi relativo all'implementazione del programma (software) attuato dalla parte del sistema di figura 6. In particolare, la sua parte tratteggiata della figura 10 è uno schema a blocchi di un algoritmo implementato in una parte a microprocessore di figura 6.

Con riferimento alle citate figure, un sistema secondo il trovato è indicato genericamente con 1 e comprende un serbatoio di gas (GPL o Metano) 2 collegato tramite un usuale condotto 3 ad un condotto comune o "common rail" 5 a cui sono connessi usuali e noti iniettori del gas 6. Questi ultimi sono organi di immissione del gas in camere di scoppio di cilindri di un motore a combustione



interna (non mostrato) operante anche a benzina. Secondo il trovato, gli iniettori 6 sono comandati da una unità di controllo 8 atta a comandare anche usuali organi o iniettori di immissione della benzina entro tali camere di scoppio. Tale unità 8 (ECU), quindi, è l'unica unità di controllo dell'alimentazione di combustibile alle camere di scoppio del motore (attraverso gli iniettori) indipendentemente dal tipo di combustibile indirizzato a tali camere. In aggiunta, tale unità 8 è l'unica unità che controlla il corretto funzionamento del motore a fronte di parametri di controllo che verranno di seguito descritti in dettaglio.

Più in particolare, sul condotto 3 uscente dal serbatoio 2 è posto un'usuale organo valvolare 10; su tale condotto è pure presente almeno un organo regolatore di pressione 11 posto all'ingresso del condotto 5 ed un eventuale altro organo regolatore di pressione (riduttore di pressione) 12 interposto tra l'organo 11 ed il serbatoio di gas 2.

L'organo regolatore di pressione 11 può essere un'usuale elettrovalvola proporzionale (mostrata in una sua forma generale in figura 5) oppure un analogo dispositivo "on-off" operante similmente ad



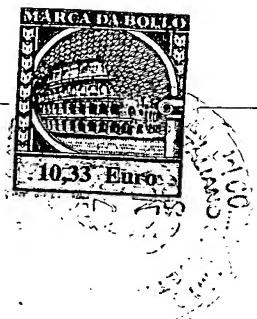
un iniettore. Nella forma di attuazione della figura 5, l'organo 11 comprende un involucro 13 dove è posto un avvolgimento elettrico o bobina 15 atta ad azionare uno stelo valvolare 16 avente un'estremità 17 atta ad intercettare il condotto 3 e fungente da otturatore per quest'ultimo.

In alternativa, lo stelo 16 può essere mosso da un motore elettrico, ad esempio passo-passo.

L'elettrovalvola proporzionale o organo 11 è di tipo in sé noto, comprende mezzi di richiamo 20 dello stelo od otturatore 16 ed altri componenti che non verranno ulteriormente descritti.

L'organo 11 è comandato, nel suo funzionamento, da un'unità 21 di controllo della pressione entro il condotto 5, detta unità controllando pure la temperatura del fluido presente in quest'ultimo attraverso un noto rilevatore di temperatura 22 associato al condotto comune 5 suddetto.

Infine, nella sua forma più generale, il sistema di figura 1 può comprendere (ma non necessariamente comprende) una scheda di pilotaggio di potenza 23 atta a consentire l'utilizzo di particolari e noti iniettori del gas 6 aventi assorbimento di corrente maggiore di quello degli iniettori della benzina 26 (mostrati nelle figure 2





e 3) anch'essi controllati da detta unità 8. Tale scheda 23 non è necessaria nel caso in cui gli iniettori del gas 6 presentano un assorbimento di corrente (ovvero una impedenza) simile a quello degli iniettori della benzina 26.

Nel caso più generico in cui si utilizzi la scheda di potenza per pilotare gli iniettori del gas risulta sempre necessario l'utilizzo di un noto circuito 24 di emulazione degli iniettori della benzina (vedi figura 2) sul quale si provvederà a prelevare il segnale di comando per la stessa scheda di potenza: il circuito di emulazione 24 e la scheda di potenza 23 sono in tal caso integrati in un unico circuito 28. Al circuito di emulazione, contenente un'impedenza 30, pervengono segnali V provenienti dall'unità 8 attraverso una linea di connessione 31, mentre alla scheda di potenza perviene un segnale T (che perviene anche al circuito di emulazione 24 per far commutare il comando degli iniettori benzina sull'impedenza di emulazione) rappresentativo della commutazione del funzionamento del motore da un primo combustibile al secondo o viceversa. Ciò lungo una linea di connessione 34 collegata ad un noto commutatore di alimentazione, non mostrato.



Nel caso invece non si utilizzi la scheda di potenza 23, non sarà nemmeno necessario il circuito di emulazione 24 per gli iniettori benzina 26 in quanto questa funzione verrebbe assolta dall'induttanza degli iniettori gas (vedi figura 3). Nella figura 3, parti comuni con la figura 2 sono indicati con gli stessi riferimenti numerici.

---

Secondo il trovato, è descritto un sistema "bifuel" in cui i comandi della centralina a benzina 8 vengono ridiretti, durante il funzionamento a gas, dagli iniettori a benzina 26 agli iniettori a gas 6; la centralina a benzina 8 controlla così l'apertura di questi ultimi senza però accorgersi di aver cambiato combustibile. Occorre però fare in modo che tale unità 8 consenta il corretto funzionamento del motore anche cambiando il combustibile (da benzina a gas) e senza che ciò comporti uno sfasamento delle condizioni stechiometriche ottimali di operatività del motore.

Come è noto, l'unità di controllo 8 operante sugli iniettori della benzina 26, quando calcola e poi attua i tempi di iniezione, segue un obiettivo titolo (cioè rapporto aria/combustibile) che in generale ha un andamento dinamico dipendente anche



dal punto di funzionamento motore. Tale obiettivo titolo è controllato anche dalla sonda lambda (o organo rilevatore equivalente) che rileva il tenore di ossigeno nei gas di scarico del motore. Tale sonda, tuttavia, è impiegata per il controllo del motore nei paesi dove sono in vigore precise normative atte a contrastare l'inquinamento atmosferico.

La quantità di benzina da iniettare nella camera di scoppio ad ogni ciclo viene calcolata in base a vari parametri del motore acquisiti tramite opportuni sensori (quali giri motore, pressione collettore, debimetro, angolo farfalla, temperatura aria, temperatura acqua, pressione barometrica, ecc.) che informano la centralina dello stato motore e delle sue dinamiche. Tale calcolo considera preferibilmente anche la retroazione del sensore di ossigeno nei gas di scarico (sonda lambda) che, come è noto indirettamente fornisce l'informazione di come stà evolvendo la dinamica del rapporto aria/combustibile in ingresso al motore. Immettendo infatti una certa quantità di idrocarburi all'aspirazione questi, durante la combustione, reagiscono con l'ossigeno presente nell'aria (ossidazione) e quindi, a seconda dei



grammi di combustibile immessi e dei grammi di aria aspirati, si riscontra una certa quantità di ossigeno presente allo scarico che può essere letto dalla sonda lambda. Malgrado la quantità di idrocarburo in grammi ( $Q$ ) da immettere all'aspirazione per avere un opportuno e prefissato tenore d'ossigeno allo scarico sia diversa, in rapporto agli stessi grammi di aria aspirata, al variare del combustibile, è comunque possibile determinare un rapporto stechiometrico aria/combustibile per ogni combustibile utilizzato dal motore (benzina (14,7), GPL (15,6) e metano (17,2)) tale da consentire l'ottenimento di uno stesso tenore di ossigeno allo scarico di quello programmato per la benzina (ad esempio, nel caso del metano, la quantità per ottenere lo stesso tenore di ossigeno allo scarico è pari a 0,85 volte quello della benzina).



E' noto infatti che il rapporto stechiometrico è, per un singolo combustibile, quel particolare valore del rapporto A/F (Aria/Fuel espressi in grammi, ad esempio 14,7 per la benzina, 17,2 per il metano) perchè l'ossidazione dell'idrocarburo con l'ossigeno presente nell'aria sia completa. Quindi allo stato di stechiometria le molecole di ossigeno



sono tutte e sole quelle necessarie per ossidare tutte le molecole dell'idrocarburo presente.

Noti i grammi di un primo combustibile (benzina) per ottenere la stechiometria, è possibile ottenere i grammi del secondo combustibile e mantenere con questo la stechiometria desiderata.

---

In tal modo, affinché gli iniettori a gas 6 iniettino una quantità di gas Qe equivalente (ai fini ossidoriduttivi o di ossigeno visto allo scarico) a quella che avrebbero iniettato sotto forma di benzina i relativi iniettori benzina 26, si procede a regolare la pressione del gas nel condotto comune 5 tramite l'organo (regolatore di pressione 11) posto al suo ingresso in modo da regolare opportunamente la densità (quindi i grammi) del gas che viene iniettato in ogni camera di scoppio. Infatti sussiste la seguente relazione

$$m = AP_1 \sqrt{2/RT} \Psi [g/s]; \quad (1)$$

dove: "m punto" rappresenta la derivata temporale (in stazionario coincide con la portata statica) della massa di gas che fluisce attraverso l'iniettore quando è aperto [g/s]; A la sezione del getto dell'iniettore; P1 la pressione del gas nel rail; P2 la pressione del gas nel collettore di



aspirazione; R costante dei gas perfetti e  $\Psi$  è un'espressione che dipende dal rapporto  $P_2/P_1$  nel caso in cui  $(P_2/P_1) < P_L$  (pressione di Laval che per il metano vale circa 0,547) cioè in condizioni di flusso subsonico mentre diviene una costante (ad esempio 0,473 per il metano) per  $(P_2/P_1) > P_L$  cioè in condizioni di flusso sonico. Da ciò si può comprendere che, essendo  $P_1 < 1\text{bar}$  nei sistemi aspirati, per  $P_2$  maggiore di circa 2 bar sono sempre verificate le condizioni di flusso sonico e quindi la quantità di gas iniettato per unità di tempo varia linearmente con la pressione del gas nel rail. In caso di flusso subsonico la dipendenza dalla pressione del rail si fa più complessa (sotto radice e dipende anche dalla pressione di collettore) ma il flusso rimane pur sempre monotono con la pressione.

In realtà, il controllo dell'organo 11 effettuato dall'unità di controllo 21 al fine di avere la massa di gas desiderata che fluisce dal condotto ovvero dall'iniettore preferibilmente dovrebbe considerare anche la temperatura del gas nel condotto comune 5 così da generare un riferimento per la variabile  $P/\sqrt{T}$  a cui risulta essere proporzionale la portata statica ed agire



così sull'organo 11 affinché la pressione abbia un valore tale per cui il rapporto suddetto rimanga il più prossimo possibile al valore desiderato (per ottenere la portata massica di gas voluta). Tuttavia, se le variazioni di temperatura sono limitate, il valore  $\sqrt{T}$  può essere trascurato e considerato costante.

---

Come detto in precedenza, tramite la regolazione della pressione nel condotto comune 5 si può modificare la portata statica dell'iniettore a gas. Tale portata è rappresentata dalla semiretta K di figura 4 dove è pure rappresentata la portata di un iniettore della benzina indicata dalla semiretta W. Nella figura 4, Tog è il tempo morto dell'iniettore del gas, mentre Tob è il tempo morto dell'iniettore della benzina.

Come è noto al tecnico del ramo, con "tempo morto" di un iniettore si indica un tempo addizionale che viene sommato al comando d'apertura per compensare i transitori da chi calcola i tempi di iniezione riferendosi alla portata statica. Durante transitorio di apertura il combustibile erogato è inferiore a quello che si potrebbe calcolare in portata statica. Dualmente durante i transitori di chiusura si ha un'erogazione in



eccesso rispetto al comando attuato. La differenza fra i grammi iniettati in meno all'apertura ed i grammi iniettati in più alla chiusura costituisce una quantità di combustibile con la quale ci si deve confrontare ad ogni iniettata: se si divide questa quantità (positiva o negativa) per la portata statica si ottiene un tempo (positivo o negativo) che sommato algebricamente a quello calcolato per l'iniettore ideale privo di transitori permette di ottenere l'iniezione della quantità voluta di combustibile.

Tornando alla figura 4, rileviamo in primo luogo il fatto che sull'asse delle ordinate compaiono sia  $Q_b$  che  $Q_e$ : su tale asse sono in effetti state impiegate scale diverse in quanto, come già detto, sussiste ai fini ossidoriduttivi, la relazione

$$Q_e = K Q_b$$

dove  $K$  è una costante che varia al variare del secondo combustibile (GPL o metano). Ad esempio per il metano,

$$K = 0,85$$

L'uso delle due scale diverse per la benzina e per il gas consente che la medesima ordinata corrisponda agli stessi effetti ossidoriduttivi per





i due combustibili.

Con tale premessa, indicando con  $Q_d$  la quantità di benzina desiderata al fine di avere la prestazione del motore voluta, ad essa corrisponde, per l'iniettore benzina, un valore preciso del tempo di iniezione  $T_{jd}$ . Siccome però durante il funzionamento a gas questo tempo di iniezione verrà attuato sull'iniettore a gas, occorre fare in modo di regolare la pendenza della semiretta  $K$  (portata) per questo iniettore in modo tale che essa intersechi in  $(T_{jd}, Q_d)$  la retta dell'iniettore benzina: si capisce come, a seconda dei tempi  $T_{jd}$  attuati dall'unità di controllo 8 dell'impianto a benzina occorra controllare la portata statica dell'iniettore del gas 6. Si realizza così una "messa in scala" degli iniettori del gas 6 con quelli a benzina 26, nel senso che, a fronte degli stessi tempi di iniezione, la quantità equivalente dei combustibili iniettata è la medesima.

La regolazione della portata è effettuata, nell'esempio delle figure, dall'elettrovalvola proporzionale 11 (o altro organo regolatore di pressione equivalente, come già precedentemente descritto) mostrata in figura 5. L'elettrovalvola proporzionale 11 modulando la sezione del flusso di



gas in ingresso al condotto 5 regola la pressione al suo interno; lo stelo 17 della elettrovalvola 11 può essere azionato o come in figura dalla bobina 15 pilotata in corrente (per esempio pilotaggio PWM in corrente) o per mezzo di un motore elettrico che può essere o un motore a corrente continua o un motore passo passo. L'elettrovalvola 11 regola la pressione nel condotto 5 aprendo e chiudendo la luce di ingresso. La differenza del flusso in ingresso con il flusso in uscita determina la pressione del gas all'interno del condotto 5.

L'organo regolatore o elettrovalvola 11 è controllato e comandato dall'unità di controllo 21 un cui schema e blocchi è mostrato in figura 6. Tale unità 21 comprende, essenzialmente un primo blocco 60 rappresentativo di una pluralità di filtri ingressi analogici; esso rappresenta i filtraggi realizzati sugli ingressi analogici per "pulirli" dal rumore ambientale presente sulle linee di connessione. Tali rumori sono generati dai campi elettromagnetici presenti attorno ai conduttori elettrici percorsi da segnali elettrici e posti nel motore oppure sono generati dai campi elettromagnetici che si producono in corrispondenza dei generatori di tensione presenti nel motore.



Gli ingressi analogici fondamentali entranti nel blocco filtri 60 sono: la pressione del gas nel rail ( $P_g$ ), la temperatura del gas nel condotto 5. ( $T_g$ ), la temperatura dell'acqua di raffreddamento del motore ( $T_w$ ) ed i comandi iniezione della benzina ( $T_j$ ). Questi ultimi, sono necessari solo nel caso in cui non si predisponga una compensazione tramite componenti elettrici sulla scheda di potenza 23 della differenza dei tempi morti degli iniettori per la benzina 26 e degli iniettori per il gas 6. In effetti i tempi morti dell'iniettore gas ( $t_{og}$ ) dipendono anche dal salto di pressione ( $\Delta P$ ) che esiste fra il condotto 5 ed il collettore di aspirazione del motore (quest'ultima varia al variare del carico motore). Per compensare questo effetto, che può essere limitato da una pressione di alimentazione del condotto sufficientemente elevata e da un oculato disegno dell'iniettore, si potrebbe pensare di acquisire anche la pressione di collettore per compensarne le variazioni. In realtà il fatto di poter aver conoscenza dei tempi di iniezione benzina e dei giri motore tramite la frequenza delle attuazioni sugli stessi comandi degli iniettori benzina già permette di risalire



indirettamente alla pressione di collettore e di apportare le modifiche del caso al riferimento generato per la pressione del rail. A seconda della sofisticazione del controllo desiderata, altri ingressi analogici potrebbero essere acquisiti (come pure alcuni di quelli elencati potrebbero non esserlo) come per esempio l'angolo della farfalla (alfa) posta sul condotto di aspirazione. Questo però, in genere, non comporta alcun problema quando il numero dei canali di un convertitore analogico-digitale 61 (AtoD) posto a valle del blocco filtri 60 è abbondante (per esempio 8 canali) e ciò permette di modificare la strategia di controllo semplicemente modificando l'algoritmo di controllo dell'unità 21 senza modifiche alla sua struttura fisica (componentistica).

Il convertitore analogico-digitale 61 è connesso ad una linea di dati (bus) 62 a cui sono pure collegati una memoria di tipo EEPROM 63, un blocco UART 65 (Universal Asincronous Receiver and Transmitter) che gestisce la comunicazione seriale fra un microcontrollore 64 (anch'esso connesso alla linea 62) ed un elaboratore estero quando questo è connesso all'unità 21 per la sua programmazione. La connessione tra il blocco 65 e l'elaborazione





avviene attraverso una porta logica 66. La memoria EEPROM 63 contiene i dati ed il programma del microcontrollore 64; da notare che tale memoria 63, il blocco UART 65 ed il convertitore 61 possono essere integrati entro il microcontrollore 64. Quest'ultimo contiene una periferica di controllo 67 indicata, nella figura 6, come PWM Modulator, che permette il controllo in modulazione a durata di impulsi (PWM) di un interruttore statico o transistore 68 (ad esempio un FET come nella figura 6 oppure un BJT o un nMOS) posto su una linea 69 collegante la batteria 70 del veicolo e la massa 71. Sulla linea 69 è posta la bobina 15 dell'organo o elettrovalvola 11. In tal modo, la periferica 67 permette al microcontrollore 64 il controllo in PWM del transistore 68 e quindi il controllo in PWM della corrente sulla bobina 15 dell'elettrovalvola 11 con conseguente controllo del flusso di fluido e della sua pressione nel condotto comune 5.

La linea 69 determina anche l'uscita dell'unità 21.

Nel seguito si descrive una possibile realizzazione algoritmica del controllore di pressione, cioè quella che potrebbe essere la struttura di una plausibile realizzazione di un



algoritmo operativo del controllore. Nella figura 7 è rappresentato lo schema a blocchi dei "moduli software" implementati nel sistema di controllo della pressione.

L'algoritmo operativo è composto di cinque blocchi principali: un primo blocco 73 si occupa di attuare un filtraggio digitale degli ingressi , il blocco 74 successivo ha il compito di linearizzare i sensori con uscita non lineare (ad esempio ogni sensore di temperatura NTC 22 collegato al condotto 5) ed anche per i sensori lineari ha la funzione di "messa in scala" volt-grandezza fisica acquisita. In altre parole, il blocco di linearizzazione 74 traduce il segnale elettrico in ingresso in un segnale corrispondente alla grandezza fisica controllata (esempio pressione).

A questo punto le variabili acquisite possono essere elaborate da un "generatore di riferimento" 75 che si occupa, in base ad un algoritmo descritto nel seguito, di creare un riferimento numerico (Rif) per la variabile  $P/\sqrt{T}$ , riferimento per un modulo 76 "Controllore di Pressione" (realizzato all'interno dell'unità di controllo della pressione 21): quest'ultimo basandosi sulla pressione e sulla temperatura del gas acquisite, modula il "Duty



"Cycle" di corrente imposto sulla elettrovalvola proporzionale 11 per fare in modo che il rapporto tra la pressione e la radice quadrata della temperatura del gas nel condotto 5 coincida (dinamicamente) con quello imposto dal generatore di riferimento 75.

Da notare che il modulo software 75 è in realtà un algoritmo di programma incaricato di calcolare il valore "giusto" per la variabile  $P/\sqrt{T}$  che permette di iniettare la giusta quantità in grammi di gas. Il valore generato come riferimento, per far operare il modulo controllore 76, deve però essere confrontato con il valore letto dai sensori cioè il valore reale, come più avanti descritto in relazione alla figura 10).

Il modulo controllore di pressione 76, preso in ingresso il riferimento e le variabili acquisite sul sistema, genera (su apposita variabile interna) il valore di duty cycle (es. 10%, 13%, ecc...) che è utilizzato da un modulo "Generatore Sequenza PWM" 76A per programmare la periferica interna del microcontrollore che genera il segnale elettrico di comando. In particolare, il modulo "gereratore di sequenza PWM" 76A, presa in ingresso la variabile "Duty Cycle," restituisce in uscita (su apposito



pin del microcontrollore 64) un segnale PWM con tensione compresa tra 0 e 5V di frequenza costante e duty cycle impostato dal modulo di controllo della pressione 76. Il generatore di sequenza PWM è parte della periferica 67 di figura 6. Per quanto riguarda il generatore di riferimento 75, esso è implementato nelle macchine a stati delle figure 8 e 9.

Più in particolare, la macchina a stati del generatore di riferimento 75 è costituita da due macrostati principali 80 ed 81 che a loro volta mettono in esecuzione una ulteriore macchina a stati mostrata nella figura 9. I due macrostati principali discriminano lo stato motore di WarmUp (fase di avviamento e di riscaldamento) da quella di Regimato (fase in cui la temperatura dell'acqua del motore ha raggiunto e superato una certa soglia prefissata). Nella figura 8, lo stato iniziale è indicato con A. All'interno di ognuno dei due macrostati è messa in esecuzione la macchina a stati di figura 9 rappresentativa degli stati interni del generatore di riferimento. Per semplicità espositiva gli autoanelli non sono rappresentati nelle figure 8 e 9.

Nella figura 9 (come in ogni macrostato di





figura 8), i singoli blocchi 90, 91, 92, 93, 94 e 95 indicano gli stati di funzionamento del generatore di riferimento 75 in una particolare situazione indicata dai macrostati di figura 8. Attraverso la figura 9 si determina in quale stato decisionale si trova il generatore di riferimento 75 in funzione del particolare stato di funzionamento del motore; in base a tale stato viene generato un segnale di riferimento Rif con le modalità che verranno di seguito descritte.

Da quanto precede è chiaro che esistono dunque due variabili interne che identificano rispettivamente il macrostato attuale e lo stato attuale ed il loro valore influenza il valore di riferimento generato. L'uscita di ogni stato 90-95 della macchina a stati di figura 9 come detto è il riferimento Rif ( $=P/\sqrt{T}$ ) cioè il valore desiderato, per il particolare stato motore, del rapporto fra pressione e radice della temperatura del gas nel rail. Questo valore desiderato è in generale diverso per i vari stati motore. Quello che distingue l'uscita dei due macrostati principali all'interno dei quali "opera" la macchina a stati di figura 9 è che, mentre il macrostato di regimato 81 la variabile di uscita Rif della anzidetta



macchina a stati (variabile rappresentativa della pressione che si desidera avere nel condotto comune 5) non viene modificata e viene direttamente "copiata" sull'ingresso (variabile di ingresso) dal modulo di controllo della pressione 76, per il macrostato di WarmUp 80 l'uscita di ogni singolo stato viene "elaborata" secondo la seguente espressione:

$$Rif_{wu} = K_{wu} (T_w) \cdot Rif ; \quad (3) \quad 0 < K_{wu} \leq 1$$

dove  $Rif_{wu}$  è il riferimento modificato per lo stato di WarmUp e  $K_{wu}$  è un parametro calibrabile in un vettore in cui si entra con i valori di temperatura acqua acquisiti ( $T_w$ ). La necessità di diminuire il valore del riferimento durante il riscaldamento del motore deriva dal fatto della diversa natura della benzina dal gas: la benzina infatti essendo un liquido a temperatura ambiente subisce delle dinamiche di condensazione e di evaporazione sui collettori di aspirazione funzioni della temperatura motore. La centralina a benzina nelle fasi di riscaldamento tende ad aumentare la quantità di combustibile introdotta rispetto alla fase di regimato per compensare l'accentuato fenomeno di condensazione.

Con riferimento alla figura 9 si hanno invece



sei stati, lo stato 90 o "SteadyState" è lo stato di stabilizzato ovvero quello in cui il motore opera ad un numero di giri e pressione di collettore costante; esso è identificato come stato iniziale (pallino nero con la freccia) ed il riferimento (l'uscita) è generato nella maniera seguente:

$$Rif_{ss} = Rif(T_{j,b}) ; \quad (4)$$

esso cioè è mappato in un vettore in funzione dei tempi di iniezione della benzina (vedasi figura 4) per ottenere la messa in scala degli iniettori. Gli stati di Spalancata 91 e di Rilascio 92 costituiscono la situazione in cui si ha un transitorio sulla farfalla e quindi sulla pressione di collettore: siccome le dinamiche di condensazione della benzina sono influenzate dalla pressione di collettore si deve generalmente attuare una diminuzione del riferimento durante la spalancata (transitorio di accelerazione) ed un incremento durante il rilascio (rallentamento o frenata). La variabile  $\Delta\alpha_f$  (DeltaAlfa indicata nella figura 9) fa riferimento alla derivata filtrata dell'angolo della farfalla mentre le varie "Soglie" sono delle costanti calibrabili. Nello stato di Spalancata 91 il riferimento può essere



calcolato nel modo seguente:

$$Rif_{spal} = K_{\Delta\alpha_s}(Rpm_f) \Delta\alpha_f Rif_{ss}; \quad (5) \quad 0 < K_{\Delta\alpha_s} \leq 1$$

dove il pedice f sta ad indicare che la variabile è filtrata,  $K_{\Delta\alpha_s}$  è un parametro calibrabile in un vettore in cui si interpola con i giri motore attuali, Rpm sono i giri motore calcolati tramite il periodo sui tempi di iniezione,  $\Delta\alpha$  è la derivata farfalla e  $Rif_{ss}$  è il riferimento calcolato tramite la (4). Dualmente nello stato di rilascio 92 vale:

$$Rif_{Rilascio} = K_{\Delta\alpha_R}(Rpm_f) \Delta\alpha_f Rif_{ss}; \quad (6) \quad 1 \leq K_{\Delta\alpha_R} < 1,5$$

dove  $K_{\Delta\alpha_R}$  è un parametro calibrabile in un vettore in cui si interpola con i giri motore attuali. Si hanno poi gli stati di CutOff 93 (il sistema a benzina taglia l'alimentazione quando il pedale dell'acceleratore è rilasciato e il motore è ad un numero di giri superiore ad una certa soglia (es. 1300)) e RientroDaCO 94 (Rientro da Cut Off). Durante un taglio dell'alimentazione o CutOff i collettori d'aspirazione si asciugano e quindi, alla ripresa delle iniezioni, si ha, da parte del sistema a benzina, un arricchimento della miscelazione. Si deve procedere quindi ad una ridefinizione dell'obiettivo di pressione diminuendolo opportunamente. L'uscita uguale per i due stati può essere definita con la seguente





espressione

$$Rif_{co} = (K_{co} + (1 - K_{co}) N_{cicli} / N_{rientro}) Rif_{ss} ; (7) \quad 0 < K_{co} \leq 1$$

con  $K_{co}$  parametro calibrabile in un vettore in funzione dei giri motore,  $N_{cicli}$  è una variabile (settata a zero ogni volta si entra in RientroDaCO ed aggiornata in RientroDaCO e in Rientro+Spal) che conta i PMS (cioé i Punti Morti Superiori dei pistoni) che corrispondono (in un 4 cil.) in numero ai comandi sugli iniettori benzina) utili dal momento in cui si è usciti da CutOff.  $N_{rientro}$  è un numero intero calibrabile mentre nel diagramma a stati  $N_{cicli\_persi}$  è una variabile (settata a zero ogni volta si entra in SteadyState ed in RientroDaCO) che conta i PMS in cui non si è avuta iniezione sul sistema a benzina. L'ultimo stato (95) è Rientro+Spalancata. In esso il riferimento deve essere ancora più abbassato:

$$Rif_{R+S} = (K_{co} + (1 - K_{co}) N_{cicli} / N_{rientro}) K_{\Delta\alpha\Delta\alpha} Rif_{ss} ; (8)$$

nel diagramma a stati  $N_{spal}$  è un parametro calibrabile.

La figura 10, nella parte tratteggiata più



esterna, implementa una possibile realizzazione del modulo 76 di figura 7, la qual figura 7 a sua volta, nel suo complesso rappresenta uno schema a blocchi delle modalità operative (realizzazione software) dell'unità di controllo della pressione 21. L'unità 21 comprende un controllore proporzionale integrale (PI) 100 un modulatore PWM 102 dal quale esce un segnale di comando per l'organo regolatore di pressione che, in figura 10, è parte di un blocco 103 contenente anche il condotto comune 5. Da questo blocco 103 si dipartono rami di retroazioni 104 e 105 che portano ad un blocco 107 che fa la semplice operazione matematica  $P/\sqrt{T}$ , cioè calcola il valore attuale della variabile controllata che in genere è diversa dal riferimento (Rif) (la loro differenza  $(P/\sqrt{T})_{rif} - (P/\sqrt{T})$ ) dà l'errore sul quale opera il modulo PI per aumentare o diminuire il duty cycle) in funzione dei dati di pressione e temperatura rilevati e transitanti su tal rami. Da notare che la  $\sqrt{T}$ , preferibilmente, è tabellata e memorizzata per opportuni valori di T. Dal blocco 107 viene generato un segnale di retroazione della misura diretta di  $P/\sqrt{T}$  funzione dei dati reali di pressione e temperature rilevati che, sommati



algebricamente con il riferimento per il termine  $P/\sqrt{T}$  in un modo 110, portano alla generazione di un eventuale segnale di errore tale da comportare l'eventuale correzione del Duty Cycle del modulatore PWM 102. Il modulatore lavora a frequenza fissa (per esempio 10khz, che comunque dipende dall'induttanza che deve pilotare, dalla dissipazione che si vuole ottenere sul transistor, dal ripple sulla corrente, ecc.) e ha bisogno come unico ingresso del duty cycle per l'onda quadra che mette in uscita verso il transistor di potenza.

Il modulo di controllo della pressione 76 ha quindi come ingressi il riferimento per la variabile  $P/\sqrt{T}$ , la pressione e la temperatura del gas mentre ha come uscita il duty cycle per il modulatore. Gli ingressi e le uscite si traducono a livello di algoritmo operativo (software) in altrettante variabili interne che vengono aggiornate in tempo reale. Il blocco 107 che genera il valore attuale della variabile controllata a partire dalle variabili fisiche acquisite è stato considerato come facente parte del controllore stesso. Quest'ultimo quindi implementa un controllo retroazionato su una grandezza fisica ( $P/\sqrt{T}$ ) che è funzione sia della pressione che della temperatura



e che risulta essere proporzionale alla portata massica attraverso gli iniettori. Anche il riferimento è espresso in unità di questa grandezza. Il blocco PI 100 ha come ingresso l'errore di inseguimento e come uscita il duty cycle per il modulatore PWM (quindi in ultima analisi è come se avesse in uscita la corrente media che passa nell'avvolgimento della bobina).

Controllori più sofisticati possono essere realizzati introducendo guadagni diversi in funzione del valore assoluto dell'errore (in particolare valori del guadagno integrale più piccoli per valori elevati dell'errore e più grandi per valori modesti dell'errore) per migliorare la stabilità e la risposta dinamica del sistema. Controllori ancora più sofisticati possono inoltre derivare da una modellazione del sistema (compensazione con poli-zeri, sliding mode, Lyapunov, ecc...).

Grazie al trovato è quindi possibile alimentare alternativamente un motore a combustione interna con due diversi combustibili, ma prevedendo una unica e sola unità di controllo che gestisce l'iniezione del primo e del secondo combustibile attraverso primi e secondi gruppi di iniettori.





ciascuno preposto all'iniezione di un solo combustibile. L'unità di controllo, anche dopo il passaggio dell'alimentazione dal primo al secondo combustibile, interviene sugli iniettori (che alimentano alle camere di scoppio tale secondo combustibile) come se intervenisse sui primi iniettori atti ad alimentare il primo combustibile.

In altre parole, l'unità di controllo mantiene le modalità di attivazione dei secondi iniettori previste per i primi iniettori nelle condizioni d'uso del motore attuale. Tutto ciò grazie al fatto che ai secondi iniettori viene alimentato il secondo combustibile con una densità e quindi una portata massica tale da consentire all'unità di controllo di mantenere i parametri di funzionamento del motore previsti per l'alimentazione di quest'ultimo con il primo combustibile. Tale densità è ottenuta regolando la pressione del secondo combustibile in ogni condotto che lo alimenta ad ogni iniettore (oppure regolando la temperatura di tale secondo combustibile se la sua pressione è mantenuta costante). Agendo pertanto su una di tali variabili (pressione e temperatura), l'alimentazione del secondo combustibile agli iniettori permette che questi ultimi alimentino una



quantità di detto combustibile equivalente ai fini stechiometrici ed ossidoriduttivi a quella che, con il primo combustibile, consente di avere un funzionamento corretto (ovvero secondo certi parametri prefissati) del motore.

E' stata descritta una forma preferita del trovato. Altre ancora, tuttavia, possono essere realizzate dal tecnico del ramo a fronte della descrizione che precede e che pertanto ricadono nell'ambito delle unite rivendicazioni. Ad esempio, il condotto comune 5 di alimentazione del secondo combustibile può comprendere non un volume unico come quello descritto e rappresentato, ma una pluralità di volumi collegati ad un unico condotto di alimentazione proveniente da un serbatoio. Al limite può anche essere costituito dal volume delle sole tubazioni che conducono il combustibile dall'organo regolatore di pressione agli iniettori. Inoltre, per quanto riguarda i sistemi a GPL (basse pressioni), si potrebbe anche pensare di evitare il riduttore di pressione 12 di figura 1 con la precauzione di porre un'adeguato scambiatore di calore sul corpo dell'organo regolatore di pressione 11 per fare evaporare il gas. In particolare sugli impianti a GPL (ma eventualmente

anche su quelli a metano), inoltre, le strategie di compensazione dei transitori possono essere semplificate soprattutto se non si hanno vincoli sugli inquinanti.





### RIVENDICAZIONI

1. Sistema di alimentazione e controllo perfezionato di un motore a combustione interna avente la possibilità di essere alternativamente alimentato da due combustibili quale benzina e gas liquido o benzina e metano, detto motore comprendendo una pluralità di primi organi (26) di immissione di un primo combustibile entro corrispondenti camere di scoppio ed una pluralità di secondi (6) organi di immissione del secondo combustibile entro tali camere di scoppio, detti primi organi di immissione (26) essendo comandati e controllati da una unità di controllo (8) che, in funzione di parametri preselezionati, interviene su detti primi organi (26) al fine di avere un funzionamento ottimale del motore, caratterizzato dal fatto che tale unità di controllo (8) comanda e controlla anche la pluralità di detti secondi organi di immissione (6) atti ad inviare il secondo combustibile alle rispettive camere di scoppio, detta unità (8) essendo pertanto l'unica unità di controllo del funzionamento del motore indipendentemente dal suo funzionamento con il primo o con il secondo combustibile.

2. Sistema di cui alla rivendicazione 1,





caratterizzato dal fatto che sono previsti mezzi regolatori (11) posti su un condotto (3) di alimentazione del secondo combustibile a detti secondi organi di immissione (6) ed interposti tra un serbatoio (1) di detto secondo combustibile posto a monte di detti mezzi regolatori (11) ed almeno un condotto (5) a cui sono collegati detti organi di immissione (6), detti organi regolatori (11) intervenendo sul flusso di tale secondo combustibile in ingresso entro detto almeno un condotto (5) collegato a detti organi di immissione (6) così da regolarne la densità e la pressione e quindi la portata massica, detta regolazione consentendo l'immissione entro le camere di scoppio di una quantità di secondo combustibile (Qe) stechiometricamente equivalente alla quantità di primo combustibile (Qb) necessaria per avere un funzionamento stechiometricamente corretto del motore ovvero un funzionamento entro parametri prefissati controllati dall'unica unità di controllo (8) dell'alimentazione di combustibile prevista nel sistema.

3. Sistema di cui alla rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che è previsto un unico condotto (5) comune a tutti i secondi organi



d'immissione (6) a valle dei mezzi regolatori (11).

4. Sistema di cui alla rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto di comprendere una pluralità di condotti (5) ciascuno connesso ad almeno un organo di immissione (6) posti a valle dei mezzi regolatori (11) ed alimentanti il secondo combustibile a detti organi di immissione (6).

5. Sistema di cui alla rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che i mezzi regolatori sono un organo regolatore di pressione (11) atto a modificare la pressione in ogni condotto (5) collegato agli organi di immissione (6) cosicché il secondo combustibile presente in tale condotto (5) abbia una densità tale da permettere l'invio a detti organi di immissione (6) di una quantità voluta di secondo combustibile.

6. Sistema di cui alla rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che l'organo regolatore di pressione (11) è un'elettrovalvola proporzionale avente un otturatore (17) atto ad intervenire sul flusso di secondo combustibile entro ogni condotto (5) a cui sono connessi i secondi organi di immissione, detto otturatore (17) essendo comandato da un attuatore (15) il cui funzionamento è soggetto a mezzi di controllo (21) almeno in



funzione di parametri fisici legati alle condizioni attuali di detto secondo combustibile entro detto condotto (5) e di corrispondenti valori predeterminati di tali parametri.

7. Sistema di cui alla rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che i mezzi di controllo (21) dell'organo regolatore di pressione (11) rilevano ulteriori parametri attuali legati al funzionamento del motore durante l'immissione nelle sue camere di scoppio del secondo combustibile ed intervengono su tale organo regolatore di pressione (11) in funzione di un confronto di tali parametri attuali con parametri predeterminati.

8. Sistema di cui alla rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che i parametri fisici sono la pressione e la temperatura del secondo combustibile entro il condotto (5) a valle dell'organo regolatore di pressione (11).

9. Sistema di cui alla rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che i parametri legati al funzionamento del motore sono almeno la temperatura dell'acqua di raffreddamento ( $T_w$ ) del motore ed i tempi di iniezione del secondo combustibile nelle camere di scoppio di quest'ultimo.

10. Sistema di cui alla rivendicazione 6,



caratterizzato dal fatto che i mezzi di controllo comprendono almeno un organo di comando (67) dell'attuatore (15) dell'otturatore (17) dell'organo regolatore di pressione.

11. Sistema di cui alla rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che l'attuatore (15) è alimentato elettricamente, l'organo di comando (67) intervenendo su mezzi di interruzione (68) di tale alimentazione elettrica (69) al fine di comandare il funzionamento dell'attuatore (15).

12. Sistema di cui alla rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che i mezzi di interruzione sono un interruttore statico (68), l'organo di comando (67) essendo un modulatore di tensione, preferibilmente modulando la durata degli impulsi di comando di tale interruttore (68).

13. Sistema di cui alla rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che i mezzi di controllo (21), comprendono un microcontrollore (64) cooperante con un'unità di memoria (63) in cui sono memorizzati valori predeterminati dei parametri attuali controllati, mezzi di traduzione (60, 61) per predisporre i parametri attuali rilevati al confronto con i valori predeterminati suddetti, e mezzi di connessione (65, 66) ad un elaboratore





elettrico esterno al sistema atto ad inserire nella unità di memoria (63) suddetta i valori predeterminati sopra citati.

14. Sistema di cui alla rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che i mezzi di traduzione comprendono filtri (60) ed un convertitore analogico/digitale (61), i mezzi di connessione comprendono un blocco UART (65) ed una porta logica (66).

15. Sistema di cui alle rivendicazioni 6 ed 11 caratterizzato dal fatto che i mezzi di controllo (21) cooperano con mezzi generatori di riferimento (75) e con un organo generatore di sequenza di impulsi (76) collegato ai mezzi di interruzione.

16. Sistema di cui alla rivendicazione 15, caratterizzato dal fatto che l'organo generatore di riferimento (75) comprende mezzi per valutare macrostati di funzionamento attuale del motore e mezzi per valutare stati di funzionamento attuale del motore, detti macrostati comprendendo il riscaldamento del motore ed il suo funzionamento a regime, gli stati di funzionamento essendo interni ad ogni macrostato e comprendendo lo stato (90) di condizioni di funzionamento costanti lo stato di transitorio di accelerazione (91), lo stato (92) di



rilascio ovvero decelerazione e/o frenata, lo stato (93) di taglio dell'alimentazione se il motore opera a numeri di giri elevati o pedale rilasciato, lo stato (94) di rientro da detto stato di taglio dall'alimentazione (93) e lo stato (95) di rientro da tale stato di taglio di alimentazione (93) seguito da un transitorio di accelerazione.

17. Sistema di cui alla rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che tra l'unica unità di controllo (8) ed i secondi organi di immissione (6) del secondo combustibile sono posti mezzi (23) atti ad accrescere l'intensità di corrente assorbita da tali secondi organi di immissione (6) rispetto alla corrente generata da detta unità di controllo (8).

18. Sistema di cui alla rivendicazione 17, caratterizzato dal fatto di comprendere un circuito di emulazione (24) dell'impedenza dei primi organi d'immissione (26) del primo combustibile interposto tra l'unità di controllo (8) e detti mezzi (23) atti ad intervenire sull'intensità di corrente inviata ai secondi organi di immissione (26).

19. Metodo per alimentare e controllare il funzionamento di un motore a combustione interna alternativamente alimentato con due diversi combustibili o carburanti, detto motore presentando



una pluralità di primi organi di immissione (26) del primo combustibile ed una pluralità di secondi organi di immissione (6) del secondo combustibile collegati a sue camere di scoppio, i primi organi di immissione (26) essendo comandati e controllati nel loro funzionamento da un'unità di controllo (8) che opera secondo parametri prefissati relativi a particolari condizioni di funzionamento ottimale del motore, con detti parametri prefissati essendo confrontati corrispondenti parametri attuali rilevati durante il funzionamento del motore, detta unità intervenendo su detti primi organi di immissione (26) in funzione di tale confronto così da modificare le caratteristiche dell'immissione del combustibile nelle camere di scoppio qualora i parametri attuali indichino un funzionamento non corretto del motore, caratterizzato dal fatto che si prevede il collegare anche i secondi organi di immissione (6) con detta unità di controllo, quest'ultima intervenendo su tali secondi organi sempre in funzione dei parametri del motore da essa controllati così da mantenere il funzionamento del motore a livelli ottimali anche quando esso è alimentato con il secondo combustibile, detto secondo combustibile essendo alimentato al motore



in una quantità ( $Q_e$ ) equivalente ai fini ossidoriduttivi a quella ( $Q_b$ ) del primo combustibile atta a mantenere il funzionamento del motore alle condizioni ottimali.

20. Metodo di cui alla rivendicazione 19, caratterizzato dal fatto che si prevede il controllo della densità del secondo combustibile inviato ai secondi organi di immissione (6) così da controllarne la portata massica ovvero la quantità che raggiunge ed esce da tali secondi organi di immissione (6).

21. Metodo di cui alla rivendicazione 20, caratterizzato dal fatto che il controllo della densità del secondo combustibile è effettuato attraverso il controllo e la regolazione della pressione in almeno un condotto (5) in cui è presente il secondo combustibile ed a cui sono connessi i secondi organi di immissione (6).

22. Metodo di cui alla rivendicazione 20, caratterizzato dal fatto che il controllo della densità del secondo combustibile è effettuato attraverso il controllo della temperatura di tale combustibile quando è presente entro almeno un condotto (5) a cui sono connessi i secondi organi di immissione (6).



DR. ING. ENRICO RIPAMONTI  
N° 476 ALBO MANDATARI ABILITATI

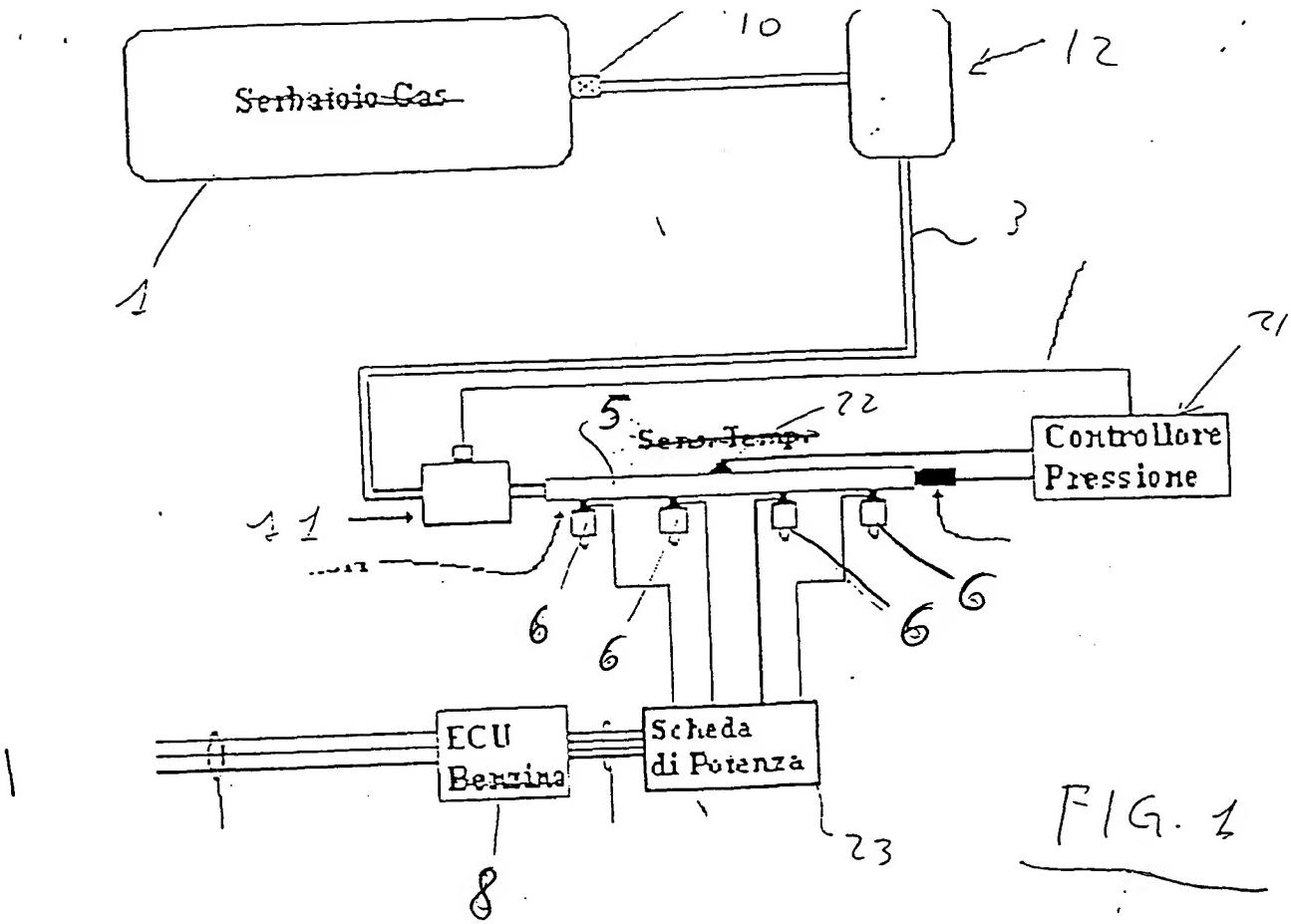
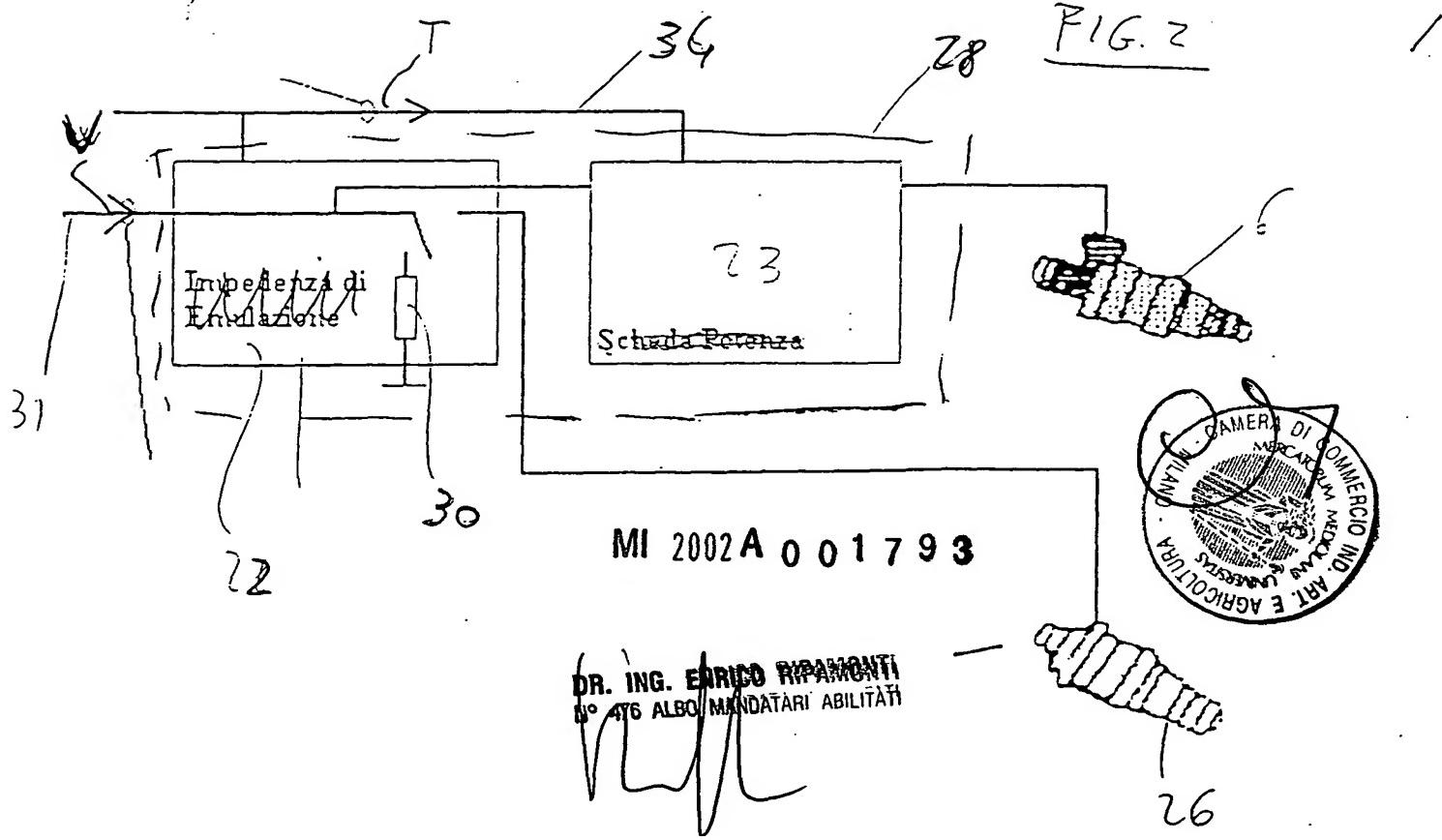
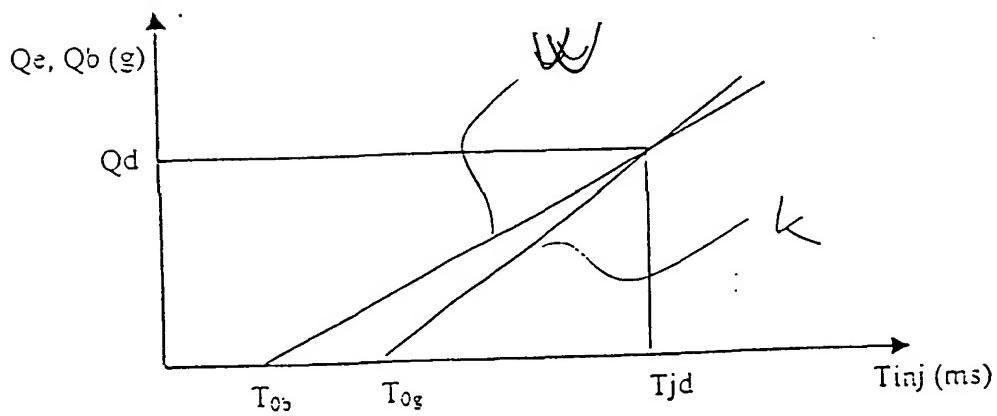
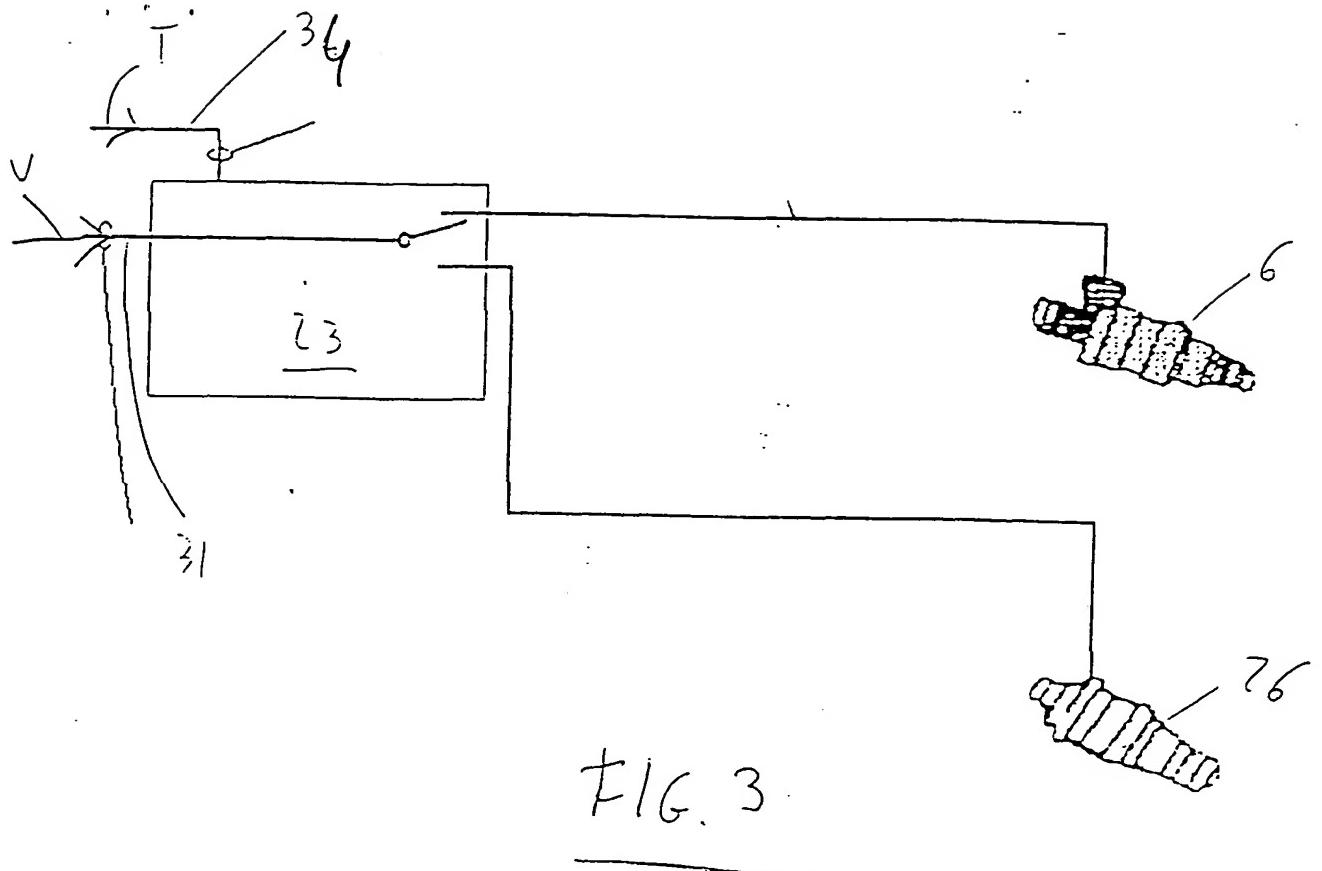


FIG. 1





MI 2002A 001793



**DR. ING. ENRICO RIPAMONTI**  
N° 476 ALBO MANDATARI ABILITATI

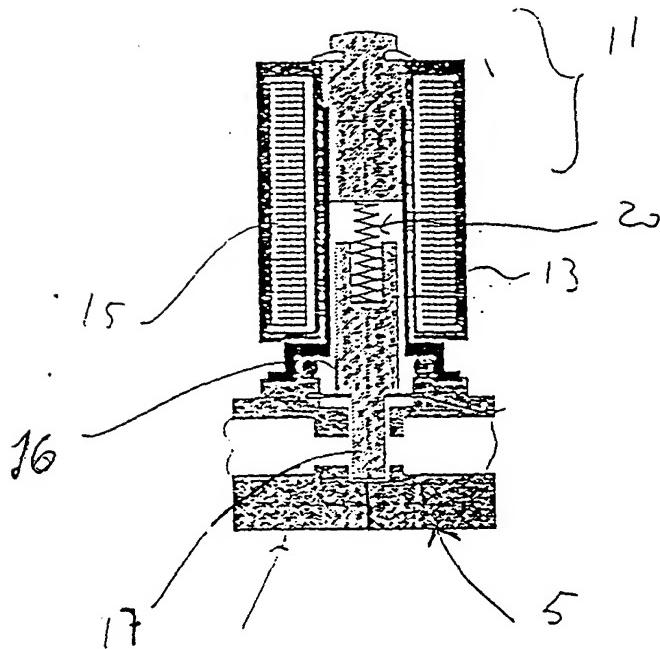


FIG. 5

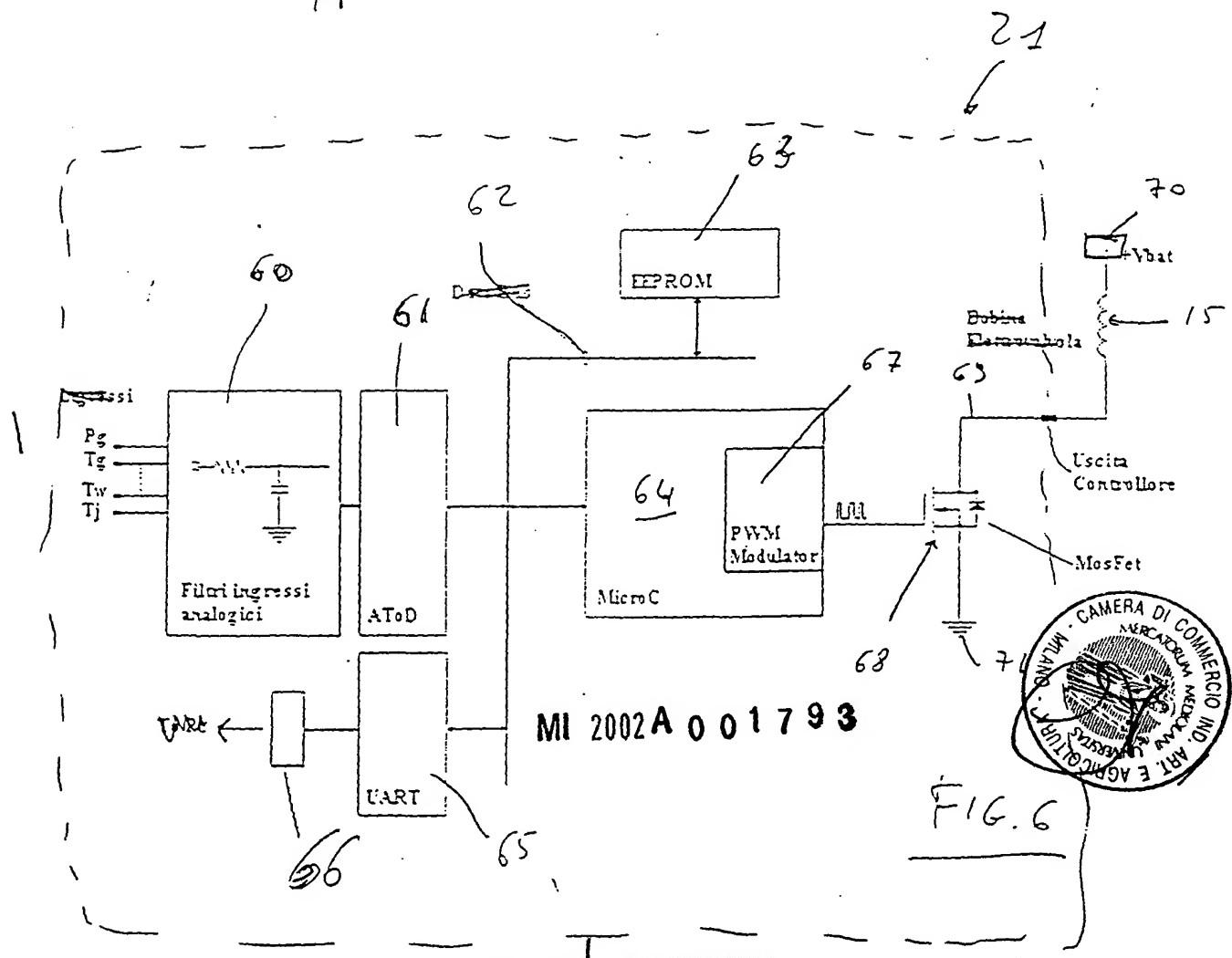
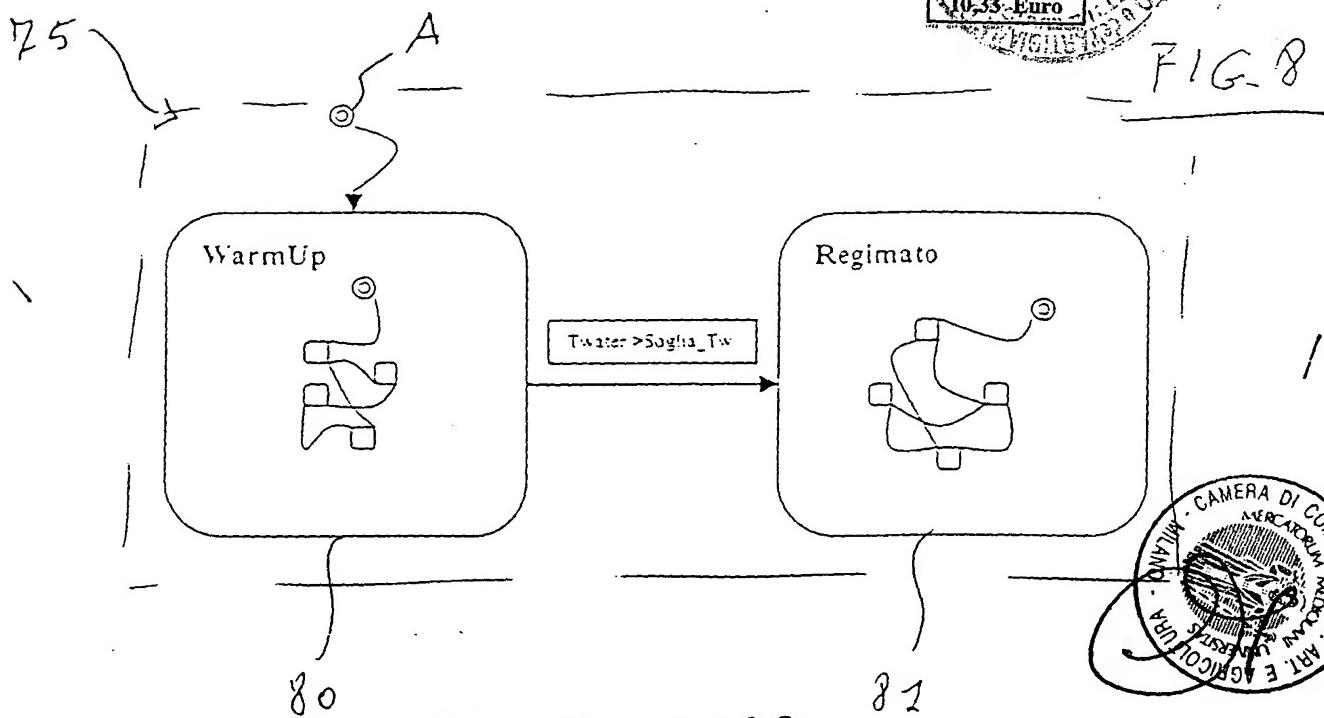
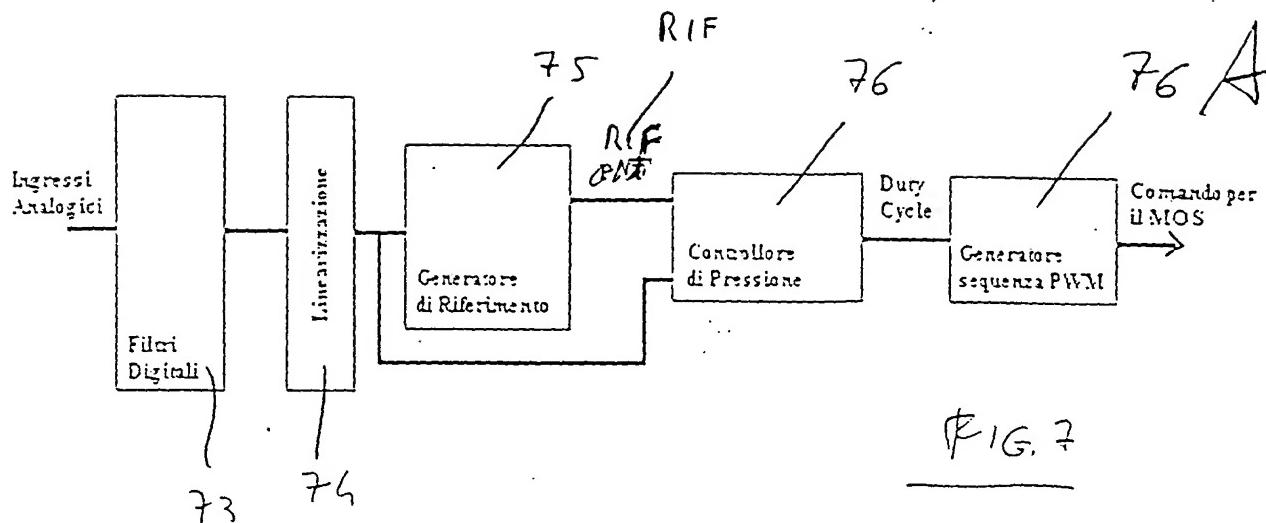
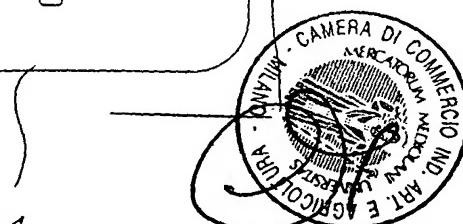


FIG. 6

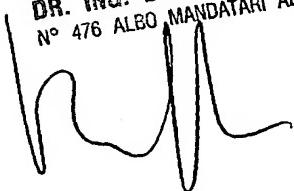
DR. ING. ENRICO RIPAMONTI  
N° 476 ALBO MANDATARI ABILITATI



MI 2002A 001793



DR. ING. ENRICO RIPAMONTI  
N° 476 ALBO MANDATARI ABILITATI



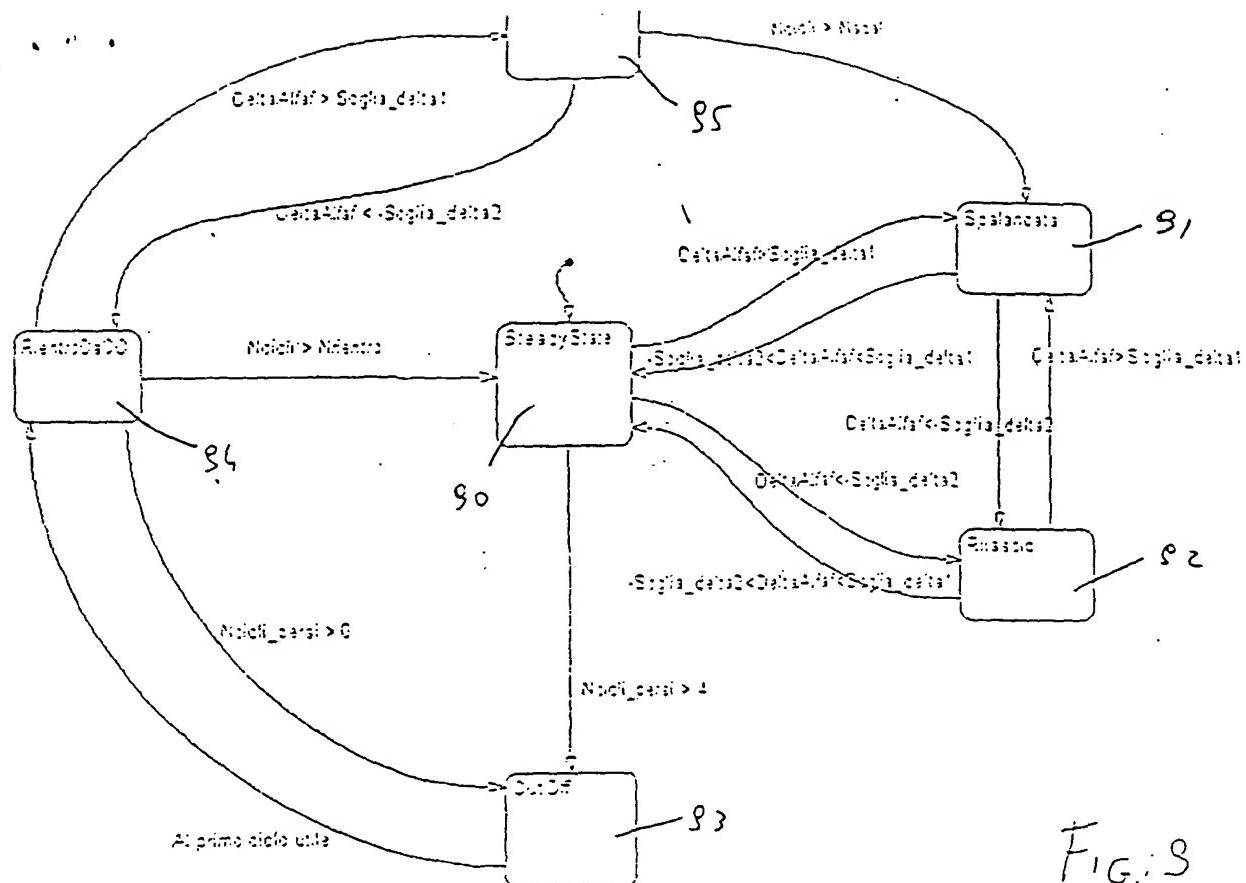


FIG. 9

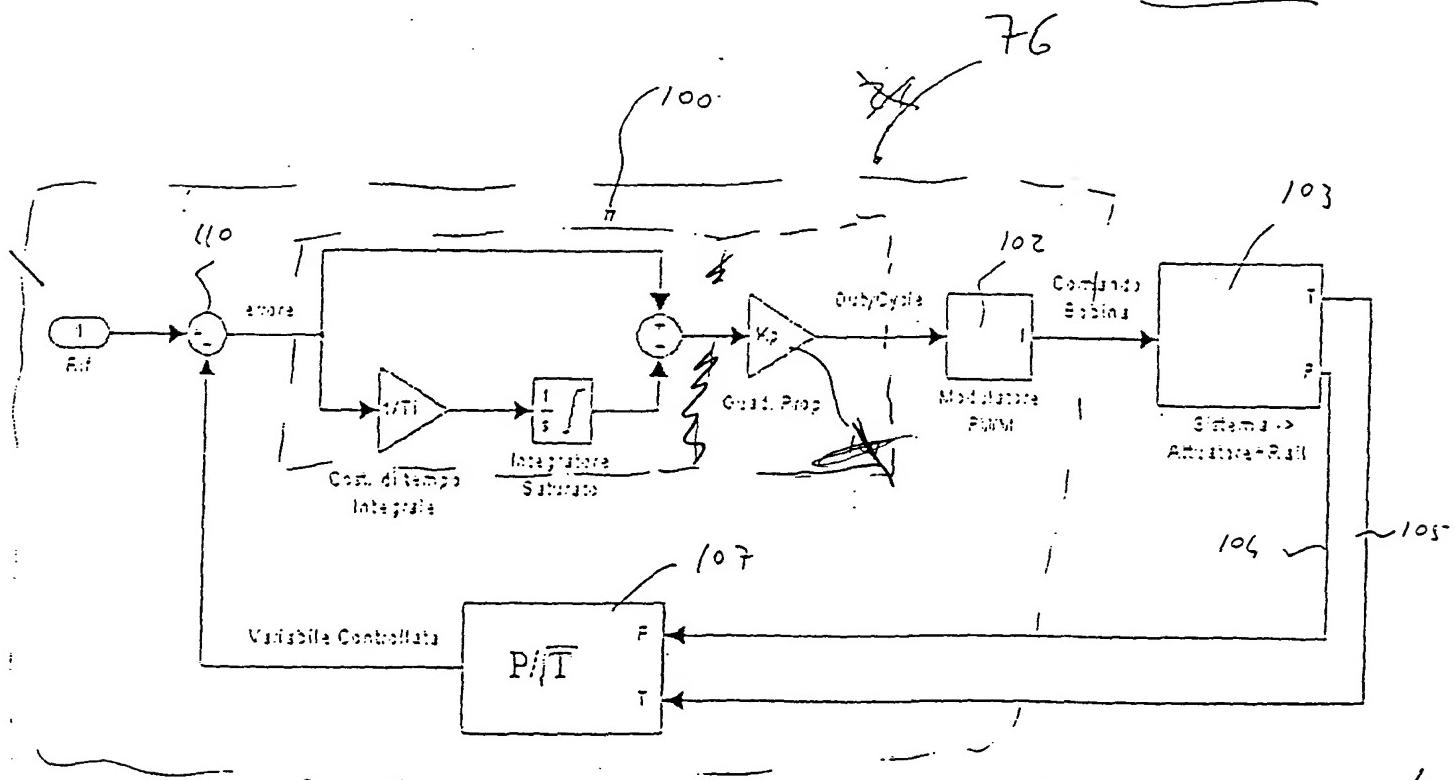


FIG. 10

MI 2002 A 001793



DR. ING. ENRICO RIPAMONTI  
N° 476 ALBO MANDATORI ABILITATI